

风险评估

济南市售生鸡肉中金黄色葡萄球菌污染状况及半定量风险评估研究

阚浩鹏¹,李楠²,胡豫杰²,赵丽¹,刘畅¹,杨柱¹,温红玲¹

(1. 山东大学齐鲁医学院公共卫生学院微生物检验学系,山东省“十三五”高等学校感染性疾病防控重点实验室,山东 济南 250012;2. 国家食品安全风险评估中心,国家卫生健康委员会食品安全风险评估重点实验室,北京 100021)

摘要:目的 了解济南市售生鸡肉中金黄色葡萄球菌污染状况和分离株肠毒素基因携带情况,评估生鸡肉产品对消费者的健康风险。方法 2021年3~11月对济南市主要人口密集区域的部分大型超市、农贸市场、肉制品零售店等流通环节及电商平台进行样品采集,依据GB 4789.10—2016《食品微生物学检验 金黄色葡萄球菌检验》要求对样品进行金黄色葡萄球菌检验;通过聚合酶链式反应(PCR)对分离株进行复核鉴定和5种肠毒素基因(*sea*、*seb*、*sec*、*sed*、*see*)的检测;使用Risk ranger风险评估软件评估济南市售生鸡肉中金黄色葡萄球菌对消费者健康的影响。结果 在采集的180份样品中,共55份样品检出金黄色葡萄球菌,其中大型超市、电商平台来源的冷冻鸡制品16份(16/61);农贸市场,肉制品零售店来源的冷冻鸡制品30份(30/60),鲜整鸡9份(9/59)。55株分离株中有9株携带至少一种经典肠毒素基因。半定量风险评估结果提示,济南市售生鸡肉中金黄色葡萄球菌导致消费者罹患食物中毒的风险等级为高风险水平,其中农贸市场、肉制品零售店来源的冷冻鸡制品风险值为53;鲜整鸡风险值为52;大型超市、电商平台来源的冷冻鸡制品风险值为49。结论 济南市市售生鸡肉中金黄色葡萄球菌污染水平较为严重。结合风险评估结果,建议有关部门加强监管力度,规范市售冷冻肉制品的运输和存放条件,降低冷冻鸡制品细菌污染的风险,保障消费者健康。

关键词:金黄色葡萄球菌;冷冻鸡制品;食物中毒;半定量风险评估

中图分类号:R155

文献标识码:A

文章编号:1004-8456(2022)05-0968-06

DOI:10.13590/j.cjfh.2022.05.017

Study on *Staphylococcus aureus* contamination and semi-quantitative risk assessment in raw chicken sold in Ji'nan

KAN Haopeng¹, LI Nan², HU Yujie², ZHAO Li¹, LIU Chang¹, YANG Zhu¹, WEN Hongling¹

(1. Department of Microbiological Laboratory Technology, School of Public Health, Cheeloo College of Medicine, Shandong University, Key Laboratory of Infectious Disease Control and Prevention in Universities of Shandong, Shandong Ji'nan 250012, China; 2. Key Laboratory of Food Safety Assessment of Ministry of Health, China National Center for Food Safety Assessment, Beijing 100021, China)

Abstract: Objective To understand the contamination of *Staphylococcus aureus* in raw chicken sold in Ji'nan and the carrying of enterotoxin genes in isolated strains, and assess the health risks of raw chicken products to consumers.

Methods From March 2021 to November 2021, samples were collected from e-commerce platforms and circulation links such as large supermarkets, farmers' markets, and meat retail stores in the main densely populated areas of Ji'nan city. The samples were tested according to GB 4789.10—2016 "Food Microbiology Testing *Staphylococcus Aureus* Test" to identify and detect 5 enterotoxin genes (*sea*, *seb*, *sec*, *sed*, *see*) of isolates through polymerase chain reaction (PCR). The risk assessment software of risk ranger was used to assess the impact of *Staphylococcus aureus* in raw chicken sold in Ji'nan on consumer health. **Results** Among the 180 samples collected, a total of 55 samples detected *Staphylococcus aureus*, including 16 frozen chicken products from large supermarkets and e-commerce platforms (16/61), 30 frozen chicken products from farmers' markets and meat retail stores (30/60), and 9 fresh whole chickens (9/55). A total of 9 of the 55

收稿日期:2022-07-18

基金项目:国家重点研发计划(2018YFC1602703)

作者简介:阚浩鹏 男 在读研究生 研究方向为微生物检验 E-mail:kanhaopeng@mail.sdu.edu.cn

通信作者:温红玲 女 教授 研究方向为微生物检验 E-mail:wenhongling@sdu.edu.cn

isolates carried at least one classical enterotoxin gene. The semi-quantitative risk assessment results suggested that the risk level of *Staphylococcus aureus* caused by food poisoning in raw chicken sold in Ji'nan was high risk level, of which the risk value of frozen chicken products from farmers' markets and meat product retail stores was 53, the risk value of fresh whole chicken was 52, and the risk value of frozen chicken products from large supermarkets and e-commerce platforms was 49.

Conclusion The pollution level of *Staphylococcus aureus* in raw chicken sold in Ji'nan is relatively serious. Based on the risk assessment results, it is recommended that relevant departments strengthen supervision, standardize the transportation and storage conditions of frozen meat products on the market, reduce the risk of bacterial contamination of frozen chicken products, and protect the health of consumers.

Key words: *Staphylococcus aureus*; frozen chicken products; food poisoning; semi-quantitative risk assessment

金黄色葡萄球菌(简称“金葡菌”)引起的食物中毒是常见的食源性疾病之一,根据2020年国家统计局数据,2019年我国因金葡菌及其毒素引发的食物中毒人数位列所有细菌性食物中毒的第3位^[1]。作为鸡肉的生产和消费大国,我国各类鸡肉产品的生产量和消费量常年位于世界前列^[2],同时市售生鸡肉中金葡菌污染情况位于较高水平^[3],因食用被金葡菌污染的鸡肉制品导致的食源性疾病也较为常见^[4],因此深入了解市售生鸡肉中金葡菌污染情况,对降低食源性疾病的发病具有重要意义。本研究旨在对济南市不同来源、不同类型的市售生鸡肉中金葡菌的污染情况进行比较分析,并通过半定量风险评估对市售生鸡肉中金葡菌引发食源性疾病的风险进行预测。

1 材料与方法

1.1 仪器与试剂

PCR扩增仪(美国Bio-Rad),台式离心机(德国Eppendorf),凝胶成像系统(美国Bio-Rad),恒温培养箱(Incucell,德国MMM),生物安全柜(AC2-6S1,新加坡ESCO)。

7.5%氯化钠肉汤、Baird-Parker琼脂平板、血平板、冻干兔血浆、脑心浸出液肉汤(青岛海博生物技术有限公司),PCR预混液2×Taq PCR Master mix(北京天根公司),PCR所用引物(上海生工公司合成)。所有试剂均在有效期内使用。

实验中阳性对照选用标准菌株金黄色葡萄球菌(ATCC 29213),阴性对照选用标准菌株大肠杆菌(ATCC 25922)。

1.2 方法

1.2.1 样品采集

依据济南市2020年各区人口分布情况,在人口密集区域选择部分大型超市、农贸市场、肉制品零售店及电商平台进行样品采集,采样范围覆盖济南市历城区、历下区、市中区、天桥区、高新区等^[5]。采样时间为2021年3月—11月,共采集样品180份(每月20份),其中冷冻鸡制品121份,鲜整鸡59份。

1.2.2 样品分组

根据生鸡肉产品类型将样品分为冷冻鸡制品和鲜整鸡,同时基于不同的销售场所,对冷冻鸡制品进一步分组,具体分组情况及依据见表1。

表1 不同组别样品的来源及基本情况

Table 1 Sources and basic conditions of samples of different groups

组别	样品来源	存放温度	存放条件	包装情况	平均存放时间/d
1	大型超市、电商冷冻鸡制品	-18℃	相对独立,分类摆放	独立包装,包装完好	56*
2	农贸市场、零售店冷冻鸡制品	-18℃	存放拥挤,未分类摆放	独立包装,有破损	34*
3	鲜整鸡	常温或4℃	露天或冷藏摆放	无包装	当天宰杀、售卖

注:*,存放时间用样品采样日期与生产日期时间间隔表示

1.2.3 分离鉴定及定量检测

依据GB 4789.10—2016《食品微生物学检验金黄色葡萄球菌检验》第一法进行分离鉴定,对凝固酶阳性分离菌株,采用*nuc-1*基因的PCR实验进行属种确认^[6]。反应体系为20 μL:10 μL 2×Taq PCR Master mix,DNA模板1 μL,上下游引物各0.5 μL,灭菌水8 μL。反应条件为95℃预变性3 min,95℃变性30 s,55℃退火30 s,72℃延伸45 s,72℃终延伸5 min。引物基本信息见表2。

依据国标第三法,对鉴定阳性样品进行倍比稀

释,选择3个稀释度进行定量检测,确定样品中金葡菌的最可能数(Most Probable Number, MPN/g)。用几何均数表示各组定性检测阳性样品的平均金葡菌含量(几何均数=每组n个阳性样品MPN数的乘积的n次方根)。

1.2.4 肠毒素基因分布情况

使用PCR扩增检测菌株中5种经典肠毒素基因(*sea*、*seb*、*sec*、*sed*、*see*)的携带情况^[7]。引物设计和PCR反应条件参考WANG等^[8]的研究。引物基本信息见表2。

表2 PCR引物序列及退火温度

Table 2 PCR primer sequences and annealing temperature

基因名称	引物名称	序列片段(5'—3')	片段大小/bp	退火温度/°C	参考文献
<i>nuc-1</i>	<i>nuc-F</i>	GCGATTGATGGTGATACGGTT	279	55	[6]
	<i>nuc-R</i>	AGCCAAGCCTTGACGAACATAAAGC			
<i>sea</i>	<i>sea-F</i>	ACGATCAATTTTTACAGC	544	44	[8]
	<i>sea-R</i>	TGCATGTTTTTCAGAGTTAATC			
<i>seb</i>	<i>seb-F</i>	ATTCTATTAAGGACACTAAGTTAGGGGA	404	50	[8]
	<i>seb-R</i>	ATCCCGTTTCATAAGGCGAGT			
<i>sec</i>	<i>sec-F</i>	GACATAAAAGCTAGGAATTT	257	40	[8]
	<i>sec-R</i>	AAATCGGATTAACATTATCCA			
<i>sed</i>	<i>sed-F</i>	CAAATATATTGATATAATGA	330	40	[8]
	<i>sed-R</i>	AGTAAAAAAGAGTAATGCAA			
<i>see</i>	<i>see-F</i>	CAAAGAAATGCTTTAAGCAATCTTAGGC	482	50	[8]
	<i>see-R</i>	CACCTTACCGCCAAAGCTG			

1.3 数据分析方法

1.3.1 统计学分析

运用 SPSS v25.0, 在检验水准 $\alpha=0.05$ 条件下对各组别样品中金葡菌的检出率进行 χ^2 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

1.3.2 风险评估

根据国际食品法典委员会(Codex Alimentarius Commission, CAC)的风险评估流程^[9], 运用半定量风险评估软件 Risk ranger 对三组市售生鸡肉中金葡菌引起人食物中毒的可能性进行风险评估。根据风险值将风险等级分为低风险($R < 32$)、中风险

($32 \leq R < 48$)、高风险($R \geq 48$)^[10]。

2 结果

2.1.1 样品污染率和污染水平

在全部 180 份样品中, 共检出金葡菌阳性样品 55 份, 总体检出率为 30.56%, 各组样品检出率见表 3, $\chi^2=17.739$, $P=0.000$, 差异有统计学意义, 3 组样品检出率由高到低分别为第 2 组、第 1 组、第 3 组。55 份阳性样品中, 金葡菌含量在 15~430 MPN/g 之间, 总体几何均数为 21.9 MPN/g, 各组具体污染水平见表 3。

表3 各组别鸡肉样品中金葡菌检出情况

Table 3 Detection of *Staphylococcus aureus* in chicken samples of each group

组别(n)	阳性/份	阴性/份	污染率/%	污染水平				几何均数 MPN/g
				0~25 MPN/g	26~50 MPN/g	51~75 MPN/g	>75MPN/g	
1(n=61)	16	45	26.23	12	2	2	0	20.2
2(n=60)	30	30	50.00	21	6	1	2	22.3
3(n=59)	9	50	15.25	5	3	1	0	24
合计(n=180)	55	125	30.56	38	11	4	2	21.9

2.1.2 金葡菌肠毒素基因携带情况

各组分离株肠毒素基因携带情况见表 4, 55 株分离株中共有 9 株携带肠毒素基因, 总体检出率为 16.36%。

表4 金葡菌肠毒素基因检出情况

Table 4 Detection of the enterotoxin genes of *Staphylococcus aureus*

组别	菌株(n)	阳性数(n/%)	<i>sea</i>	<i>seb</i>	<i>sec</i>	<i>sed</i>	<i>see</i>	<i>sea+sed</i>
1	16	1(6.25)	0	1	0	0	0	0
2	30	5(16.67)	1	1	3	0	0	0
3	9	3(33.33)	0	0	2	0	0	1
合计	55	9(16.36)	1	2	5	0	0	1

2.2 半定量风险评估

2.2.1 危害识别

金葡菌广泛分布在环境和食品中, 尤其是在蛋白质含量高的食物中屡有检出^[11], 肠毒素是其引起食物中毒的主要致病因子。金葡菌肠毒素是一种耐热的单链蛋白, 可以导致恶心、呕吐、腹泻等胃肠道症状, 少数严重者可发生虚脱甚至休克^[12]。

2.2.2 危害特征描述

美国食品药品监督管理局(Food and Drug Administration, FDA)研究表明, 当人体摄入小于 1 mg 的金葡菌肠毒素, 即对应食物中金葡菌含量为 10^5 CFU/g 时, 就会引起中毒反应^[13]。本研究将此含量作为金葡菌食物中毒的中毒阈值。金葡菌肠毒素耐热, 在高温烹调过程中难以被消除(Q7)^[14], 且致病因子在细菌被高温杀灭前就已经存在, 因此在计算引起感染增加量(Q10)时使用生鸡肉的计数结果(引起感染增加量=中毒阈值/各组阳性样品细菌含量的几何均值), 结果见表 5。肉制品在烹饪后通常直接食用, 无后续消除致病因子的控制措施(Q8), 同时再被污染的可能性较小(Q9)。

2.2.3 暴露描述

2.2.3.1 样品中金葡菌及分离株肠毒素基因的检出情况

本研究样品分组及检测结果见上文。使用肠

表 5 各组风险评估参数调整情况

Table 5 Adjustment of risk assessment parameters for each group

组别	菌株 检出率/%	肠毒素 调整因子	调整后金葡 菌检出率/%	几何 均数	引起感染 的增加量
1(n=61)	26.23	1/16	1.64	20.2	4 959.4
2(n=60)	50.00	5/30	8.33	22.3	4 493.3
3(n=59)	15.25	3/9	5.08	24.0	4 170.2

毒素调整因子对各组别金葡萄菌检出率进行调整(肠毒素调整因子=检出肠毒素菌株个数/分离出菌株个数;调整后检出率=肠毒素调整因子×样品中菌株检出率),最终得到携带肠毒素基因的金葡萄菌检出率,结果见表 5。

2.2.3.2 人口学和膳食摄入频率资料

根据济南市统计局数据,截止到 2020 年末,济

南市共有常住人口 806.72 万人(Q5)^[5]。根据 2015 年对我国居民肉类消费模式的调查,我国东部地区居民禽肉消费率在 24.8%—31.7% 之间^[15-16]。假定消费者对不同种类生鸡肉产品购买意愿相同,本研究消费人口比例选择 25%(Q4)。根据 2016 年对山东省城乡居民鸡肉消费特征的研究,济南市城乡居民食用鸡肉的频率大多在每月 3~5 次,本研究中消费频次选定为 1 次/周(Q3)^[17]。

2.2.4 风险特征描述

风险评估结果提示济南市售生鸡肉中金黄色葡萄球菌导致消费者患食物中毒的总体风险等级为高风险,风险值由高到低分别为第 2 组、第 3 组、第 1 组。各组别具体风险值和预计患病人数见表 6。

表 6 各组别风险评估结果

Table 6 Risk assessments for each group

主要参数	第 1 组	第 2 组	第 3 组	赋值依据
Q1 危害严重性	轻度危害	轻度危害	轻度危害	危害识别及危害特征描述
Q2 人群易感性	普遍易感	普遍易感	普遍易感	危害识别及危害特征描述
Q3 消费频次	1 次/周	1 次/周	1 次/周	暴露描述
Q4 消费人口比例(%)	25	25	25	暴露描述
Q5 消费人口数量/万	806.72	806.72	806.72	暴露描述
Q6-1 原料污染率/%	26.23	50.00	15.25	检测数据
Q6-2 调整因子/%	1.63	8.33	5.08	检测数据
Q7 加工过程影响	对消除危害无效	对消除危害无效	对消除危害无效	危害特征描述
Q8 加工后污染概率	低(1%)	低(1%)	低(1%)	危害特征描述
Q9 加工后的控制	无法控制	无法控制	无法控制	危害特征描述
Q10 引起感染增加量	4 959.4	4 493.3	4 170.2	计数资料/模型计算-
Q11 食用前准备	对危害无影响	对危害无影响	对危害无影响	危害特征描述
预计每人每天患病的可能性	4.71×10 ⁻⁶	2.64×10 ⁻⁵	1.74×10 ⁻⁵	—
预计人群中每年患病的人数	3.47×10 ³	1.94×10 ⁴	1.28×10 ⁴	—
风险值	49	53	52	—
风险等级	高风险	高风险	高风险	—

3 讨论

本研究对济南市售生鸡肉中金葡萄菌的污染情况进行调查,其中鲜整鸡的污染率与国内其他地区类似^[18-19],提示济南市售的鲜整鸡中存在一定程度的金葡萄菌污染。近年来国内外不断有研究在冷冻食品中检测到金葡萄菌污染^[20-21],本研究中冷冻鸡肉制品也存在金葡萄菌污染,且污染率高于鲜整鸡,怀疑与冷冻鸡肉制品在上市前经历了复杂的生产加工过程有关;同时冷冻鸡制品在销售场所存放时间更长,这也增加了污染的可能性^[22];根据采样地点进一步分析,农贸市场、肉制品零售店来源的冷冻鸡制品的污染率明显高于大型超市、电商平台来源的冷冻鸡制品,推测由于前者普遍存在外包装破损的现象,同时销售场所冰柜中堆放产品数量多,种类复杂,增加了交叉污染的风险^[23]。

对分离株进行肠毒素基因筛选,结果提示济南市售生鸡肉中金葡萄菌肠毒素基因携带率略低于

国内外其他部分地区的研究^[24-25],金葡萄菌肠毒素耐热,一般家庭烹调处理很难破坏,因此其造成食物中毒的风险不能忽视^[26]。后续可结合肠毒素表型检测,进一步了解济南市售生鸡肉中金葡萄菌的实际产生肠毒素能力。

风险评估结果显示,济南市售生鸡肉中金葡萄菌造成消费者食物中毒的风险较高,其中农贸市场、肉制品零售店来源的冷冻鸡肉制品风险值最高,推测是由于样品的初始污染率较高,在其他影响因素一致的前提下,其风险值最高^[27]。本研究存在局限性,Risk ranger 可利用有限数据,灵活快速评估对食品中致病微生物致人罹患食源性疾病的风险进行评估,这使得某些数据的细节差异(如 Q3、Q4)无法被纳入风险值的计算,增加了结果的不确定性^[12];同时该软件是以澳大利亚、美国等国家的人口学特征、疾病监测数据为基础进行的模型构建,对我国国情的适用性还需更多数据验证^[9]。评估使用菌株肠毒素

基因携带情况对原料污染率进行调整,但是基因的表达除了受菌株自身调控能力的影响,还受菌株所处环境等因素的影响,这可能导致一些携带肠毒素基因的菌株不一定产生肠毒素^[28];本研究使用样品中金葡菌定量结果来代表肠毒素含量,评估时基于肠毒素的热稳定性,对 Q7、Q11 赋值为对消除危害无效果,可食用前的加工处理过程可杀灭菌株,此过程引起的风险变化未能纳入风险值计算。上述原因均可能导致本研究评估的风险水平高于实际情况。

本研究提示济南市售生鸡肉中金葡菌污染情况不容乐观,具有一定的食品安全隐患,有关部门应加强对食品销售场所的卫生状况的监管,同时规范市场对冷冻肉制品的存放要求,减少产品流向市场后交叉污染的机会,保障食品安全。

参考文献

- [1] 国家卫生健康委员会. 中国卫生健康统计年鉴(2020)[M]. 北京: 中国协和医科大学出版社, 2020.
National Health Commission of the People's Republic of China. China Health Statistical Yearbook (2020)[M]. Beijing: Peking Union Medical College Press, 2020.
- [2] 杨慧霞, 王俊平. 1982—2012年中国居民膳食摄入变化[J]. 食品工业, 2020, 41(6): 244-248.
YANG H X, WANG J P. The changes of dietary intake of Chinese residents from the year of 1998 to 2012[J]. The Food Industry, 2020, 41(6): 244-248.
- [3] WANG X, TAO X Y, XIA X D, et al. *Staphylococcus aureus* and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in retail raw chicken in China[J]. Food Control, 2013, 29(1): 103-106.
- [4] 张峰, 顾敏霞, 戴正, 等. 一起金黄色葡萄球菌肠毒素食物中毒事件调查[J]. 中国农村卫生事业管理, 2017, 37(7): 803-805.
ZHANG F, GU M X, DAI Z, et al. An investigation into a *Staphylococcus aureus* enterotoxin food poisoning incident[J]. Chinese Rural Health Service Administration, 2017, 37(7): 803-805.
- [5] 济南市统计局. 2021 济南统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2021.
Ji'nan Municipal Bureau of Statistics. 2021 Ji'nan Statistical Yearbook[M]. Beijing: China Statistics Press, 2021.
- [6] BRAKSTAD O G, AASBAKK K, MAELAND J A. Detection of *Staphylococcus aureus* by polymerase chain reaction amplification of the nuc gene[J]. Journal of Clinical Microbiology, 1992, 30(7): 1654-1660.
- [7] ZHANG Y, WANG Y G, CAI R J, et al. Prevalence of enterotoxin genes in *Staphylococcus aureus* isolates from pork production[J]. Foodborne Pathogens and Disease, 2018, 15(7): 437-443.
- [8] WANG W, LIN X H, JIANG T, et al. Prevalence and characterization of *Staphylococcus aureus* cultured from raw milk taken from dairy cows with mastitis in Beijing, China[J]. Frontiers in Microbiology, 2018, 9: 1123.
- [9] SUMNER J, ROSS T. A semi-quantitative seafood safety risk assessment[J]. International Journal of Food Microbiology, 2002, 77(1-2): 55-59.
- [10] ROSS T, SUMNER J. A simple, spreadsheet-based, food safety risk assessment tool[J]. International Journal of Food Microbiology, 2002, 77(1-2): 39-53.
- [11] 王太君, 刘思洁, 王娟, 等. 2016—2019年吉林省食源性金黄色葡萄球菌监测数据分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(24): 9366-9370.
WANG T J, LIU S J, WANG J, et al. Analysis of surveillance data of foodborne *Staphylococcus aureus* in Jilin province from 2016 to 2019[J]. Journal of Food Safety & Quality, 2020, 11(24): 9366-9370.
- [12] HU D L, NAKANE A. Mechanisms of staphylococcal enterotoxin-induced emesis[J]. European Journal of Pharmacology, 2014, 722: 95-107.
- [13] Center for Food Safety and Applied Nutrition, Food and Drug Administration (FDA), U.S. Department of Health and Human Services. Bad Bug Book (Second Edition). Handbook of foodborne pathogenic microorganisms and natural toxins [M/OL]. (2012-02-07) [2022-04-02]. <https://www.fda.gov/food/foodborne-pathogens/bad-bug-book-second-edition>.
- [14] HENNEKINNE J A, DE BUYSER M L, DRAGACCI S. *Staphylococcus aureus* and its food poisoning toxins: characterization and outbreak investigation [J]. FEMS Microbiology Reviews, 2012, 36(4): 815-836.
- [15] 王志宏, 张兵, 王惠君, 等. 2015年中国15省(自治区、直辖市)18~59岁居民肉类消费模式现状[J]. 卫生研究, 2019, 48(1): 1-8.
WANG Z H, ZHANG B, WANG H J, et al. Status of meat consumption patterns of the residents aged 18-59 in 15 provinces (autonomous regions and municipalities) of China in 2015[J]. Journal of Hygiene Research, 2019, 48(1): 1-8.
- [16] 王柳森, 张兵, 王惠君, 等. 中国15省(区、直辖市)老年人肉类消费模式现状[J]. 中国食物与营养, 2018, 24(10): 13-19.
WANG L S, ZHANG B, WANG H J, et al. Meat consumption patterns among Chinese elderly in 15 provinces (autonomous region) in 2015[J]. Food and Nutrition in China, 2018, 24(10): 13-19.
- [17] 于林宏, 孙京新, 王秋敏. 山东省鸡肉及加工制品消费调研[J]. 家禽科学, 2016(12): 15-20.
YU L H, SUN J X, WANG Q M. Investigation on the consumption of chicken and chicken products in Shandong Province[J]. Poultry Science, 2016(12): 15-20.
- [18] 李兵兵, 刘靓, 李双姝, 等. 淮南市禽畜肉中金黄色葡萄球菌污染及其病原学特征分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2019, 31(3): 217-221.
LI B B, LIU L, LI S S, et al. Prevalence and characterization of *Staphylococcus aureus* in meats of animal origin in Huai'an[J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2019, 31(3): 217-221.
- [19] 谢爱蓉, 上官智慧, 胡玉琴, 等. 温州市食品中金黄色葡萄球菌污染状况及分子流行病学特征研究[J]. 中国食品卫生杂志, 2018, 30(3): 249-252.

- XIE A R, SHANGGUAN Z H, HU Y Q, et al. Contamination and molecular epidemiology of *Staphylococcus aureus* in food in Wenzhou[J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2018, 30(3): 249-252.
- [20] 崔莹, 张秀丽, 胡巖, 等. 速冻食品中金黄色葡萄球菌及肠毒素污染状况调查[J]. 中国卫生检验杂志, 2013, 23(3): 764-766.
- CUI Y, ZHANG X L, HU D, et al. Detection of *Staphylococcus aureus* and its enterotoxin in quick-frozen foods[J]. Chinese Journal of Health Laboratory Technology, 2013, 23(3): 764-766.
- [21] WU S, HUANG J H, WU Q P, et al. *Staphylococcus aureus* isolated from retail meat and meat products in China: Incidence, antibiotic resistance and genetic diversity [J]. Frontiers in Microbiology, 2018, 9: 2767.
- [22] NOTERMANS S, DUFRENNE J, VAN LEEUWEN W J. Contamination of broiler chickens by *Staphylococcus aureus* during processing; incidence and origin[J]. Journal of Applied Bacteriology, 1982, 52(2): 275-280.
- [23] CHEN F C, GODWIN S, GREEN A, et al. Prevalence of *Salmonella*, *Campylobacter*, and *Shiga* toxin-producing *Escherichia coli* on the surfaces of raw poultry packages[J]. Journal of Food Protection, 2018, 81(10): 1707-1712.
- [24] SAVARIRAJ W R, RAVINDRAN N B, KANNAN P, et al. Occurrence and enterotoxin gene profiles of *Staphylococcus aureus* isolated from retail chicken meat [J]. Food Science and Technology International = Ciencia y Tecnologia De Los Alimentos Internacional, 2021, 27(7): 619-625.
- [25] LI S X, WANG P P, ZHAO J L, et al. Characterization of toxin genes and antimicrobial susceptibility of *Staphylococcus aureus* from retail raw chicken meat [J]. Journal of Food Protection, 2018, 81(4): 528-533.
- [26] ARGUDÍN M Á, MENDOZA M C, RODICIO M R. Food poisoning and *Staphylococcus aureus* enterotoxins [J]. Toxins, 2010, 2(7): 1751-1773.
- [27] HERNANDEZ-JOVER M, CULLEY F, HELLER J, et al. Semi-quantitative food safety risk profile of the Australian red meat industry[J]. International Journal of Food Microbiology, 2021, 353: 109294.
- [28] 林梅英, 宋明辉, 杨美成, 等. 食品基质中不同金黄色葡萄球菌肠毒素基因型表达差异研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2021, 12(17): 6751-6755.
- LIN M Y, SONG M H, YANG M C, et al. Research on the expression of different staphylococcal enterotoxins genotypes in food matrix [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2021, 12(17): 6751-6755.